

**第五十九届常会**

临时议程项目 14

(GC(59)/1、Add.1、Add.2 和 Add.3)

**国际核安全组主席  
2015年8月21日的信函**

2015年8月21日，总干事收到了国际核安全组主席理查德·梅泽夫的信函，其中提供了他对目前新出现的安全问题的看法。谨此分发上述信函，以通报大会。



## 卡内基科学研究所

2015 年 8 月 21 日

国际原子能机构  
总干事  
天野之弥先生

尊敬的天野总干事：

我谨以国际核安全组（核安全组）主席的身份致函给您。核安全组的工作范围规定，核安全组应向原子能机构和其他方提供“关于目前新出现的安全问题的建议和意见”。在我作为主席的任期内，我一直照例不仅通过各种核安全组报告而且还以年度信函的形式努力履行这一义务。我以往信函可在核安全组网站上获得，网址：<http://goto.iaea.org/insag>。本信函即构成今年所履行的义务。

您很清楚地知道，福岛第一核电站事故正好成为了过去几年核能界关注的焦点。考虑到将在 9 月大会时印发的原子能机构报告中提供的全面评价，而且我和核安全组的若干成员曾担任该报告的撰稿人和顾问，本信函将不探讨事故的诸多教训，而是探讨福岛第一核电站事故中值得突出强调的一个显著的特点，即核电站面对自然外部事件的脆弱性。这样的事件包括地震、海啸、飓风、洪水、火山等等。人因外部事件可能与自然外部事件有一些共同的特点，但不属于本信函的范畴，因为它们可能涉及安全相关问题。

福岛第一核电站事故是由淹没了电站安全系统的巨大海啸引发的。这起事故由此完全不同于切尔诺贝利事故和三里岛事故，后两者都是由内部事件引发的。福岛第一核电站事故也因此正好导致了对核电厂面对各种外部自然事件的脆弱性的更多考虑。结果证明，确定对这类事件的适当准备工作相当具有挑战性。

安全评价以确定性和概率双重考虑因素为指导，见核安全组《风险知情综合决策过程框架》（2011 年）（INSAG-25 号）。已经广泛开展了对内部事件风险（如电厂设备故障或人为误差）的评价，并对主要故障树进行了仔细的探讨。在大多数情况下都获得了有关设备可靠性的丰富数据，并在人的行为的评价方面取得了显著进展，其结果是对内部事件的风险有了相当充分的了解。正在开发现代反应堆设计，以便将这些风险减到非常低的水平，而且许多国家采用较老设计的在运堆群多年来一直受益于同样有助于加强内部事件防护的各种改进和修改。

与此相反，对自然外部事件风险的评价显示了非常大的不确定性特点。首先，极端外部事件的程度及其相关频率可能难以可靠地估计。历史数据是有限的，而且也不

具备足够长的时间。在估计极端外部事件潜在规模和相关频率方面，研究自然外部事件的团体（例如，研究地震或火山活动的科学家）面临着重大的科学问题和不确定性。而且，对这类事件及其后果的模拟十分复杂，也受到不确定性的困扰。此外，相关科学团体与核能界或负责应对外部事件的国家组织之间可能没有紧密的联系。由于气候变化的结果，一些类别的外部事件可能在今后带来更大的风险。例如，气候模型表明极端天气事件发生概率越来越大，并呈现出未来洪水或强风的更大风险。观测到的海平面上升也会存在历史数据显然不包括的洪水泛滥风险。

另外的复杂情况则产生于若干其他考虑因素。首先，正如福岛第一核电站事故所证明的，超出设计能力的自然外部事件可能造成荡涤若干层纵深防御的共因故障。也就是说，一个极端的外部事件可能造成纵深防御各层级的设备包括旨在防止或减轻事故蔓延的设备出现故障。它也可能会危及防止放射性核素释放的屏障，并损坏与应急响应有关的厂内和厂外基础设施。与此相反，由内部始发事件造成的事故通常要有多个独立设备故障/人为故障，因此，鉴于其他防护层次提供的增援，错估一次故障并非那么具有决定性。作为对安全部件进行备份的要求，单一故障准则对于瘫痪或绕过多层防护的外部事件无所助益。**这些事实的意义在于现代反应堆设计中的主要风险源可能来自外部事件。**

其次，一些极端事件如洪水泛滥可能带来陡边效应。因此，稍稍过高估计最大洪水可能足以控制这种风险，而轻微的低估则可能意味着防洪设施会不堪重负。这种非线性意味着保守估计外部风险失败的后果会大大增强。

最后，再次如福岛第一核电站事故所表明的，外部事件可能导致必须同时面对的多重挑战。地震和海啸事件显然相互关联，而这种关联可能如在福岛一样成倍增加其破坏性影响。外部事件本身可能引发内部事件，从而使情况变得复杂化；例如，很容易将地震想象为火灾的促发因素。此外，正如福岛第一核电站事故所表明的，外部事件可能涉及一个场址上的所有机组。这明显增加了对事件作出响应的挑战和困难，从而助长风险增加。

这种情况表明，对外部事件风险的响应应适当地包括若干要素：

- 应当探究构成极端外部自然事件程度和相关频率估计基础的科学，以及加强科学家与核能界的结合。应考虑以往国际极端事件和经验的相关数据，以补充国家的历史数据。这种科学的输入应指导建立模拟极端外部事件对核电厂的影响的更缜密的模型。然而，不应该指望很快就会有有关于极端事件及其影响的程度/频率的充分可靠的估计。但经过改进的估计将是具有价值的，特别是确定关于极端事件程度的任何限值。
- 考虑到可能威胁核电厂的极端外部事件的程度和可能性或许得不到充分估计的事实，应当纳入额外的裕度，以容纳不确定性。例如，新电厂就应该在远远超出最大洪水估计值的高度进行选址。具有潜在脆弱性的现有电厂可以从

旨在评审自然外部危害防范措施充分性（包括对陡边效应的任何脆弱性）的特定国际工作组访问受益。

- 该设计还应该包括额外的裕度，以反映外部事件威胁的不确定性。这样做的目的应该是通过避免脆弱性来确保纵深防御。例如，电厂可以建一个基于对洪水风险的保守估计的堤坝或防波堤，但不应该完全依赖这一屏障。诸如柴油机等应急设备可以被放置在高位，以保证任何可设想的洪水不会导致厂内电源丧失，而其它关键设备则可以被置于水密门后。
- 旨在防止或减轻堆芯损坏和放射性释放的严重事故管理措施需要可行和有效，即使在极端外部事件引起的工况下亦应如此。这些措施应反映对在这种工况下人的行为和绩效的适当考虑。
- 应召响应极端外部事件的厂内和厂外工作人员应接受适当的培训。培训内容应当包括极端外部事件可能导致用于应急响应的重要厂内和厂外资源丧失的现实情况。厂外应急规划应考虑到很多厂外资源无法获得的可能性。
- 当新的研究表明现有电厂对外部危害的防范水平可能过低时，就应对该设计进行审查，以评定该电厂的脆弱性，并应采取适当措施以减少该风险，而不必等待对该研究进行充分确认。

我们了解原子能机构正在开展工作，以便将诸如此类的考虑因素作为安全标准的正式要素纳入。核安全组还正在考虑与外部事件有关的一些进一步工作。

\* \* \*

本信函旨在突出强调外部事件带来的对安全的特殊挑战。当然，这种挑战并非没有被世界各地的监管机构和营运者所认识；福岛第一核电站事故响应中的共同要素之一就是认真重新评价外部事件风险尤其是洪水风险以及对事故响应能力的保证。然而，外部事件造成的风险证明有理由在未来岁月里继续予以关注。

一如往常，如果核安全组可以提供这方面或其他方面的帮助，请随时与我联系。

顺致问候。

谨启

[签名]

理查德·梅泽夫

抄送：丹尼斯·弗洛里  
国际核安全组成员